

⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift

⑯ DE 3043511 A1

⑯ Int. Cl. 3:

A61B 3/00

⑯ Anmelder:

Battelle-Institut e.V., 6000 Frankfurt, DE

⑯ Aktenzeichen:

P 30 43 511.1-35

⑯ Anmeldetag:

18. 11. 80

⑯ Offenlegungstag:

3. 6. 82

⑯ Erfinder:

Achatz, Manfred, Dipl.-Phys. Dr., 8477 Limeshaim, DE;  
Bockelmann, Werner, Dr., 6000 Frankfurt, DE; Schmalfuß,  
Harald, Dipl.-Phys. Dr., 6054 Rodgau, DE; Seelen, Werner  
von, Prof. Dr., 6501 Hahnheim, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Vorrichtung zur Prüfung der Funktionen des Auges und des Sehsystems

DE 3043511 A1

3043511 A1

BEST AVAILABLE COPY

390-49 - 38/80

13. November 1980

KDB/UMA

5

10

BATTELLE - INSTITUT E.V., Frankfurt/Main

15

Patentansprüche

20

1 Vorrichtung zur Untersuchung von Funktionen des Auges und  
des Sehsystems mit Hilfe von dem Probanden dargebotenen  
Prüfsymbolen, d.h. Prüfzeichen, -zeichenfolgen, -bilder  
usw., dadurch gekennzeichnet, daß diese mit mindestens  
einem elektrooptischen Sichtgerät (1, 11, 12) zur Darbie-  
tung der Prüfsymbole, mit einer zentralen Steuereinheit (2)  
zur Steuerung des Programmablaufs, der Programmparameter  
und gegebenenfalls zur Generierung von Prüfsymbolen sowie  
mit Programmspeichern (4) und Bildmassenspeichern (3) aus-  
gerüstet ist und daß des weiteren Steuer- und Eingabege-  
räte (9) zum interaktiven Eingriff in den Programmablauf  
durch den Probanden (7, 13, 14) und durch den Untersucher  
den (8) sowie zur Datenausgabe dienende Geräte (5), wie  
Drucker, Sichtgeräte und dergleichen, vorhanden sind.

30

35

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß diese zusätzlich mit an sich bekannten Hilfseinrichtungen (6) für die getrennte Untersuchung beider Augen, zur Prüfung binokularer Funktionen und für andere spezielle Untersuchungen versehen ist.
- 5
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß als elektrooptische Sichtgeräte (1, 11, 12) Schwarz-Weiß- oder Farb-Monitore vorhanden sind.
- 10
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß diese zur Prüfung des Farbsinns als Sichtgeräte (1, 11, 12) Farbmonitore besitzt, deren Farbphosphore farbmétrisch vermessen und mit ihren im Normfarbdiagramm erfaßten Lagedaten abgespeichert sind, daß die 15 Farbmonitoren zuführbaren, zur Farbansteuerung dienen den drei Grundsignale durch direkte Einwirkung auf die drei Farbauszüge Rot, Grün und Blau und/oder durch Einwirkung über eine Zwischenmatrixierung auf die daraus zusammengesetzten Größen Helligkeit, Farbton und Farbsättigung 20 regelbar sind, sowie daß die Farbmonitore mit Filtereinrichtungen ausgerüstet, mit denen die Färbörter definiert veränderbar sind.
- 25
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die über die Sichtgeräte (1, 11, 12) ausgelösten Wahrnehmungen des Probanden (7, 13, 14) mit Hilfe von an den Probanden angelegten Elektroden (10) ermittelbar und in das Meßprogramm rückkoppelbar sind.
- 30
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß diese zur Prüfung binokularer Funktionen über Sichtgeräte (1, 11, 12) verfügt, mit denen den beiden Augen des Probanden mit Hilfe von Polarisationsfiltern und Polarisationsprismenbrillen oder mit Farbfilter und zu gehörigen Brillen definiert verschiedene Bilder darbietbar 35 sind.

390-49 - 38/80

13. November 1980

KDB/UMA

5

10

BATTELLE - INSTITUT E.V., Frankfurt/Main

15

=====  
Vorrichtung zur Prüfung der Funktionen des  
Auges und des Sehsystems  
=====

20

25 Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Unter-  
suchung von Funktionen des Auges und des Sehsystems mit Hilfe  
von dem Probanden dargebotenen Symbolen, d.h. Prüfzeichen,  
Prüfzeichenfolgen, Bilder, Bilderfolgen usw.

30 Zur Prüfung der Funktionen des menschlichen Auges wurde  
eine Vielzahl von Methoden und Hilfsmitteln entwickelt, die  
dem Untersuchenden bei sachgemäßer Anwendung eine einwand-  
freie Diagnosestellung ermöglichen.

Diese Untersuchungen werden z.Zt. mit Hilfe zahlreicher Testproben oder mittels für entsprechende Anwendungszwecke speziell ausgelegter Geräte durchgeführt. Bei genauerer Betrachtung besitzen die bekannten Geräte jedoch zahlreiche Nachteile. Betrachtet man z.B. die geläufigen Testvorlagen, so fällt auf, daß diese einfachen Hilfsmittel durch Alterung, Verschmutzung u.a. unbrauchbar werden können. Beispielsweise verbllassen die Farbpigmente bei den zur Prüfung des Farbensehens üblichen Ishiharatafeln im Laufe der Jahre, bei den gedruckten Testtafeln läßt der Kontrast nach und bei kleinen Strukturen erschweren oder verhindern Schmutzpartikel einen genauen Test. Hinzu kommt, daß diese Effekte nur schleichend auftreten, so daß selbst der routinierte Untersucher nicht entscheiden kann, ab wann der dargebotene Test eine normgerechte Prüfung nicht mehr zuläßt.

Die bekannten und gebräuchlichen Transparent-, d.h. Durchlichtsehproben haben den Nachteil, daß durch die Notwendigkeit zur Verwendung von Glühlampen die lichttechnischen Daten kontinuierlich abnehmen; ebenso wie bei den Sehzeichentafeln ist der Einsatz dadurch erschwert, daß ein genauer vorgegebener Prüfabstand innerhalb enger Toleranzen eingehalten werden muß.

Bei dem teilweise sehr komplizierten Testgeräten ist ähnliches zu beobachten; als Beispiel sei das Anomaloskop nach Nagel angeführt. Die mit diesem Gerät durchzuführende Untersuchung setzt eine Neutralstimmung des Auges voraus. Laut einschlägiger Fachliteratur wird empfohlen, den Probanden vor jeder Messung etwa 5 Sekunden lang aus dem Fenster schauen und eine weiße Wolke betrachten zu lassen. Das am Gerät angebrachte Adoptionshilfsmittel, eine von einer Glühlampe erleuchtete Mattscheibe, ist zu klein und darüber hinaus gelblich gefärbt. Nach dem Betrachten dieser Scheibe kann der Proband von schwach farbigen Nachbildern gestört werden, d.h. das Unter-

suchungsergebnis ist durch eine Verschiebung der angenommenen Farbgleichung in Frage gestellt.

5 Andere Geräte mit vergleichbar kompliziertem feinmechanisch-optischem Aufbau zeigen Mängel, die ebenso zu ungenauen Meßergebnissen führen können. Häufiger Gebrauch, Überdrehen von Feinspindeln, Transport oder Stoßbelastung, wie auch Überdehnen oder Schlupf von Schnurzügen sind alltäglich auftretende Fehlerquellen.

10 Neben den Testverfahren mit stationären Reizen haben sich Verfahren mit zeitlich veränderlichen Mustern als wichtig erwiesen. Sie dienen einmal zur Prüfung der dynamischen Eigenschaften des Sehsystems und zum anderen zur Analyse 15 von Defekten des Augenbewegungssystems. Die bisher eingesetzten Methoden verwenden z.B. Punktbewegungen, drehbare Streifentrommeln und Flickerlicht. Nur in wenigen Arztpraxen sind derartige Einrichtungen mit hinreichender Meßgenauigkeit vorhanden. Angesichts der Aussagefähigkeit dynamischer Testverfahren besteht in diesem Gebiet eine erhebliche Lücke zwischen den möglichen und den gegenwärtig realisierten diagnostischen Erkenntnissen.

25 Die psychophysischen Testverfahren der Augenärzte sind angesichts des Forschungsstandes und der bereits praktizierten Methoden in spezialisierten Instituten erheblich verbessertsfähig. Dieser notwendigen Entwicklung stehen die Vielzahl der relativ teuren Spezialapparaturen in den Praxen entgegen.

30 Überdies ist von Nachteil, daß durch die große Anzahl von Tafeln, Geräten und anderen Hilfsmitteln ein hoher Raum- und Platzbedarf besteht. Auch ist der Zeitaufwand für die Untersuchung beträchtlich, weil der Proband für die verschiedenen Tests zu verschiedenen Plätzen geführt werden muß.

Besonders ist zu beklagen, daß in der Praxis aufgrund der bisherigen apparativen Entwicklung Fortschritte in der Untersuchungstechnik und in der Diagnose nicht zu erkennen sind. Neu entwickelte Prüfverfahren, die differenzierte Aussagen liefern, können bislang nur in besonders ausgestatteten Instituten durchgeführt werden, da der Markt mit der Zunahme der medizinischen Erkenntnisse nicht Schritt halten kann.

5 So gibt es kein Gerät, daß Untersuchungen unter Variation folgender Parameter gestattet: Testzeichnungen, -kontrast, -helligkeit, -darbietungszeit, -farbe, örtlicher Abstand der Testzeichen voneinander. Dies gilt sowohl für statisch dargebotene Zeichen oder Muster als auch für dynamische Reizpräsentation, bei der die genannten Parameter einzeln oder kombiniert zeitabhängig geändert werden müssen. Allerdings wäre es dem selbständigen Augenarzt wegen des erforderlichen Aufwandes auch kaum möglich, die für die Vielzahl der inzwischen bekannten Prüfverfahren benötigten Geräte anzuschaffen.

10 15 20 25 30 35

Der Erfundung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zu schaffen, mit der eine Vielzahl von verschiedenen und verschiedenartigen Untersuchungsmethoden des Auges und des Sehsystems mit vergleichsweise geringem Zeit- und Personalaufwand durchgeführt werden kann.

Es hat sich nun gezeigt, daß sich diese Aufgabe in sehr fortschrittlicher Weise mit einer Vorrichtung lösen läßt, die mit mindestens einem elektrooptischen Sichtgerät zur Darbietung der Symbole, mit einer zentralen Einheit zur Steuerung des Programmablaufs, der Programmparameter und gegebenenfalls zur Generierung von Prüfsymbolen sowie mit Programmspeichern und mit Bildmassenspeichern ausgerüstet ist und die über Steuer- und Eingabegeräte zum interaktiven Eingriff in den Programmablauf durch den Probanden und durch den Untersucher sowie über zur Datenausgabe dienende Geräte, wie Drucker,

Sichtgeräte oder dergleichen, verfügt.

Zusätzlich kann die erfindungsgemäße Vorrichtung mit an sich bekannten Hilfseinrichtungen für die getrennte Untersuchung beider Augen, zur Prüfung binokularer Funktionen und für andere spezielle Untersuchungen ausgerüstet sein.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsart der Erfindung handelt es sich bei den elektrooptischen Sichtgeräten um 10 Schwarz-Weiß- oder Farbmonitore.

Zur Prüfung des Farbsinns können erfindungsgemäß als Sichtgeräte Farbmonitore vorhanden sein, deren Farbphosphore farbmatisch vermessen und mit ihren im Normfarbdiagramm erfaßten 15 Lagedaten abgespeichert sind; die den Farbmonitoren zuführbaren, zur Farbansteuerung dienenden drei Grundsignale sind in diesem Fall durch direkte Einwirkung auf die drei Farbauszüge Rot, Grün und Blau und/oder durch Einwirkung über eine Zwischenmatrixierung auf die daraus zusammengesetzten 20 Größen Helligkeit, Farbton und Farbsättigung regelbar. Die Farbmonitore sind bei dieser speziellen Vorrichtung mit Filtereinrichtungen ausgerüstet, mit denen die Farbörter definiert veränderbar sind. Zweckmäßigerweise wird außerdem die spektrale Empfindlichkeitskurve des Normalbeobachters 25 als Bezugsgröße gespeichert und mit den Meßergebnissen verarbeitet.

Nach einer noch weiteren Ausführungsart der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind die über die Sichtgeräte ausgelösten Wahrnehmungen des Probanden mit Hilfe von an den Probanden angelegten Elektroden ermittelbar und lassen sich in das Meßprogramm rückkoppeln. Eine gleichzeitige Aufzeichnung, d.h. Erfassung durch die Datenausgabe, ist ebenfalls sinnvoll.

Zur Prüfung binokularer Funktionen verfügt die erfindungsgemäße Vorrichtung in einem weiteren Ausführungsbeispiel über Sichtgeräte, mit denen den beiden Augen des Probanden mit Hilfe von Polarisationsfilter und Polarisationsprismen oder mit Farbfilter und den zugehörigen Brillen definiert verschiedene Bilder dargeboten werden können.

Durch die erfindungsgemäße Kombination der beschriebenen Einheiten und insbesondere durch die Verwendung von elektrooptischen Sichtgeräten zur Darstellung von Bildern, Bildfolgen und anderen Prüfzeichen, die ebenso wie die verschiedenen Prüfprogramme elektronisch oder optisch gespeichert sind und je nach gewünschtem Untersuchungsprogramm abgerufen werden, sowie durch die sowohl für den Probanden als auch für den Tester bestehende Möglichkeit, interaktiv in den Programmablauf einzugreifen, wird eine außerordentlich große Flexibilität bei der Programmwahl und bei dem Programmablauf erreicht. Auch lassen sich gespeicherte ältere Testergebnisse des Probanden in den Programmablauf eingeben und in dem Prüfbericht berücksichtigen, wodurch die Aussagefähigkeit der Programme erheblich erhöht und die Diagnosen verbessert werden können.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß sich die erfindungsgemäße Vorrichtung aus an sich bekannten Grundmodulen, nämlich z.B. aus einem

- Sichtgerät: Schwarz-Weiß- oder Farbbildmonitor
- Bildmassenspeicher: z.B. Videobandgerät, Bildplattenspieler
- interaktive Steuer-, Kontroll- und Auswerteelektronik einschließlich peripherem Digitalspeicher, Drucker etc.: kommerzielle Rechnersysteme und Zubehör aufbauen läßt.

Die bewußte Abkehr von der konventionellen Art der Darbietung von Testzeichen und Testmustern bzw. die Verwendung von elektrooptischen Sichtgeräten hat zur Folge, daß sich die in der nachstehenden Darstellung erläuterte Vielfalt von verschiedenartigen Tests und Untersuchungsmethoden mit der erfundungsgemäßen Vorrichtung erreichen läßt. Weitere sehr wesentlichen Vorteile sind die einfache Bedienung der Vorrichtung, nämlich durch Auslösung der komplett gespeicherten Programme. Im Gegensatz zu herkömmlichen Geräten mit komplizierter Mechanik entfällt die bisher vor jeder Inbetriebnahme der Geräte notwendige Eichung. Die Objektivität der Untersuchungsergebnisse ist sehr hoch, weil die Bezugsgrößen elektronisch gespeichert sind und daher konstant bleiben und von subjektiven Eigenschaften oder Fähigkeiten des Untersuchenden bzw. des Eichenden unbeeinflußt sind.

Weitere Merkmale, Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung gehen aus der folgenden Erläuterung weiterer Einzelheiten sowie aus den beigefügten Abbildungen hervor.

Es zeigen in vereinfachter, schematischer Darstellung

Figur 1 das Blockschaltbild einer Ausführungsart der erfundungsgemäßen Vorrichtung und

Figur 2 den Strahlengang bei der Zusammenspiegelung eines Stereobildpaars für spezielle Untersuchungen.

Gemäß Figur 1 besteht die erfundungsgemäße Vorrichtung im wesentlichen aus einem Sichtgerät 1, einer zentralen Steuer-  
einheit 2, einem Massenspeicher 3 sowie aus einem Programm-  
speicher 4 und aus einer Datenausgabe 5. Üblicherweise sind  
noch Hilfsvorrichtungen 6, z.B. Klappen, Farbfilter, Prismen  
zur Bildverschiebung, halbdurchlässige Spiegel, die das Beob-  
achten des Probanden während der Testprogramme erleichtern,  
usw. zwischen dem Probanden 7 und dem Sichtgerät 1 eingefügt.

Die Hilfsvorrichtungen 6 werden des weiteren zum Erzielen einer definierten Beleuchtung in der Sichtfeldumgebung, zur Überwachung des Auges des Probanden, zum Registrieren der Blickbewegungen des Probanden mittels dazu kommerziell erhältlicher Apparaturen (sogenannte "eye-tracker"), z.B. beim Test des Nystagmus, der Sakkade, des Folgesystems u.ä., verwendet.

Zum Registrieren der Hirnströme des Probanden 7 sind am Kopf die Elektroden 10 angedeutet, die beispielsweise zur Aufnahme von EEG's bei der Durchführung des VEP benötigt werden.

Einrichtungen zum interaktiven Eingreifen in den Programmablauf, wozu sowohl der Proband als auch der Untersucher in der Lage sein soll, sind in Figur 1 mit 9 symbolisiert, der Untersuchende mit 8, der über den halbdurchlässigen Spiegel 15 - vgl. auch Figur 2 - dem Proband bei dem Test beobachtet.

Anstelle eines einzigen Sichtgerätes 1 empfiehlt es sich, in manchen Anwendungsfällen, mehrere Sichtschirme gleichzeitig einzusetzen, z.B.

- im Fall der Prüfung des stereoskopischen Sehvermögens, wenn das linksäugige und das rechtsäugige Bild des Stereobildpaars auf zwei getrennten Schirmen 11, 12 dargestellt und diese über halbdurchlässige Spiegel 15, wie in Figur 2 skizziert, zusammengespiegelt werden, oder
- zur Prüfung der Sehschärfe, wenn zur Aufrechterhaltung einer kontrastreichen, scharfen Darbietung immer kleiner werdender primärer oder auch sekundärer Sehzeichen ab einer bestimmten Sehzeichengröße, die vom Betrachtungsabstand und der Testzeichengröße abhängt, ein Einspiegeln eines weiteren kleineren Sichtschirmbildes mit höherer Auflösung ratsam erscheint.

Zum getrennten Analysieren der beiden Stereo-Teilbilder sind gemäß Figur 2 vor den Sichtgeräten 11, 12 und vor den beiden Augen 13, 14 entsprechende Polarisationsfilter 16, 17 bzw. 18, 19 angeordnet.

5

Die Wahl des elektrooptischen Sichtgerätes beeinflußt die Art und den Umfang der darbietbaren Tests. Nach dem derzeitigen Stand der Technik kann in den meisten Fällen auf konventionelle Fernsehmonitore gehobener Qualitätsstufen zurückgegriffen werden. Vorteilhaft ist in manchen Fällen, Schwarz-

Weiβ- und Farbmonitore, gegebenenfalls auch Monitore unterschiedlicher Bildschirmgrößen, miteinander zu kombinieren.

Bei der Adaption der heutzutage eingeführten Tests an die mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung gegebenen Möglichkeiten sind

15

bei Verwendung konventioneller Monitore folgende limitierenden Gegebenheiten zu berücksichtigen:

- Ortsauflösung: Handelsübliche Geräte sind derzeit auf 512 x 512 Bildpunkte begrenzt,
- Grau- bzw. Farbstufenauflösung: Üblich sind 128 Stufen; mit höherem Aufwand lassen sich bereits heute 4096 Farbstufen realisieren,
- stroboskopische Verschmelzungsfrequenz: 25 Hz,
- Flimmerfrequenz: 50 Hz,
- max. Bildhelligkeit: Ca. 500 cd/m<sup>2</sup>

25

Für Zwecke der Unterhaltungselektronik haben sich o.g. Normwerte eingebürgert. Sichtgeräte mit besseren technischen Daten können jedoch bereits heute hergestellt werden. So könnte beispielsweise die Bildpunktfolgefrequenz um den Faktor 2 erhöht werden. Im Zuge einer optimalen Darbietung der verschiedenen Tests muß jeweils entschieden werden, ob es erforderlich

30 ist, immer alle Bildpunkte des Sichtgerätes 1, 11, 12 anzusprechen oder nur eine begrenzte Anzahl. In letzterem Fall kann die Bildfolgefrequenz - erforderlichenfalls durch Konstruktion einer besonderen Bildröhre - erheblich erhöht werden.

35

Die Verwendung von handelsüblichen Fernsehgeräten zur Durchführung von Tests des dynamischen Sehvermögens ist ohne Schwierigkeiten möglich, weil die dynamische bzw. kinetische Sehschärfe ohnehin geringer ist als die statische bzw. stationäre.

- 5 Die Anforderung an die Auflösung des Bildes läßt sich daher mit üblichen Fernseh-Monitoren erfüllen.

- Der Bildmassenspeicher 3 dient vor allem zur Speicherung von Testmustern und -bildern, die aufgrund ihrer Komplexität nicht durch die Steuerelektronik generiert werden können. Als Bildmassenspeicher sind nach dem derzeitigen Stand der Videotechnik Bildplatten vorzuziehen, weil sie sich gegenüber elektromagnetischen Aufzeichnungen mit Video-Recordern u.a. durch höhere Bildqualität, saubere Standbildwiedergabe, random-access-Zugriffsmöglichkeit (mittels Steuer-CPU), große Speicherkapazität, geringen Verschleiß und relativ geringe Kosten auszeichnen.

- Wie aus der nachstehenden, noch unvollständigen Aufzählung hervorgeht, werden mit Hilfe der erfindungsgemäßen Vorrichtung eine Großzahl von Untersuchungs- und Testmethoden, die bisher vor allem wegen des erforderlichen Geräte- und Personalaufwandes sowie wegen der komplizierten Durchführung und Auswertung nur wenigen Instituten vorbehalten waren, erstmals einem breiten Kreis von Anwendern zugänglich gemacht.

- Ein besonderes Merkmal der erfindungsgemäßen Vorrichtung besteht auch darin, daß sie durch Aufstockung der Speicherkapazität, Eingabe und Änderung der gespeicherten Programme, durch Kombination mit an sich bekannten Vorrichtungen usw. außerordentlich ausbaufähig ist. Ferner ist es von Bedeutung, daß durch die Verwendung von elektronischen Teilen für alle wichtigen Baueinheiten die entscheidenden Faktoren, wie Kontrast, Helligkeit, Farbton und Farbsättigung elektrisch zugänglich sind und daher gezielt und reproduzierbar gesteuert werden können.

Durch Einsatz von Kleinrechnern oder Mikroprozessoren ist auf einfache Weise die Korrektur von Alterserscheinungen und die Normierung auf bestehende oder abgeänderte Prüfvorschriften möglich.

5

Da die Vorrichtung sowohl zur Darbietung statischer als auch dynamischer Tests des Sehvermögens geeignet ist, bietet sie sich u.a. für berufsgruppenspezifische Untersuchungen mit bewegten Bildern oder mit speziellen Testbildhintergründen sowie für Untersuchungsmethoden auf das Vorhandensein neurologischer Defekte an; somit werden neue Untersuchungsmethoden erschlossen.

10 Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist universell verwendbar.

15 Sie eignet sich sowohl zum Gebrauch in der Klinik als auch in der Arztpraxis. Wegen der einfachen Bedienbarkeit und des geringen Personalaufwandes eignet sie sich auch für Test im Rahmen der Gesundheitsvorsorge, ebenso wie zur Durchführung von Reihen- und Gruppenuntersuchungen. Die Selbsttestung einfacher Sehfunktionen ist ebenfalls möglich.

20  
25 In Hinsicht auf den zunehmenden Einsatz von Computern zur Datenerfassung in der Arztpraxis ist es von Bedeutung, daß durch die konsequente Nutzung der Elektronik für die erfindungsgemäße Vorrichtung erstmals eine Anbindung an bereits vorhandene Computersysteme möglich wird. So ist es im Rahmen der Erfindung vorgesehen, während der Untersuchung frühere Ergebnisse des Probanden auf dem Sichtgerät einzuspiegeln und mit den älteren Werten zu vergleichen, wodurch sich die Diagnose vereinfacht. Es ist sogar denkbar, daß nicht nur schriftliche Niederglegungen, sondern auch graphische Darstellungen (frühere Perimetrie-Befunde) auf dem Bildschirm abgerufen werden.

Im folgenden werden drei willkürlich ausgewählte Anwendungsbeispiele der erfindungsgemäßen Vorrichtung näher erläutert:

Beispiel 1:

5

Zur FARBSINNPRÜFUNG werden als Sichtgeräte Farbmonitore verwendet, deren Phosphore vermessen sind bzw. deren Farborte im Normfarbendreieck bekannt sind. Der darstellbare Farbraum ist daher genau definierbar. Dieser Farbraum deckt sich mit dem Raum der häufigsten natürlichen Farben. Innerhalb dieses Farbraums ist jeder Punkt exakt und reproduzierbar ansprechbar. Über die Mikroprozessor-Kontrolle lässt sich im Bedarfsfall die  $V(\lambda)$ -Kurve mit einbeziehen.

15

Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist derart ausgebildet, daß bei vorgegebener Grundhelligkeit der Untersuchende maximal zwei Einstellungen (für Farbton und Sättigung) vorzunehmen hat; diese Einstellungen kann auch der Mikroprozessor übernehmen. Der Proband hat nur eine Einstellung vorzunehmen.

20

Der Gang der Untersuchungen ist der folgende:

25

Der Proband nimmt in einer Entfernung zum Sichtgerät, die gewährleistet, daß das Farbprüffeld einem Gesichtsfeldwinkel von  $2^\circ$  entspricht, eine Position ein. Vor Beginn der Untersuchung wird der Proband auf eine weiße Fläche (Monitor mit Normlichtart C) adaptiert.

30

Für die Prüfung gibt es nun mehrere Möglichkeiten:

35

- a) der Untersuchende oder der Mikroprozessor gibt auf der einen Hälfte des Testfeldes eine Zielfarbe an, die der Proband durch Verstellen eines Farbtonreglers erreichen muß. Die  $V(\lambda)$ -Kurve wird automatisch vom Gerät nachgeregelt.

(Dies entspricht einer Anomaloskopprüfung nach Nagel, wobei hier jedoch auch Blau-Gelb testbar ist. Die Errechnung des Anomalquotienten übernimmt das Gerät).

- 5        b) Der Untersuchende oder der Mikroprozessor gibt auf den beiden Testfeldhälften Farbgleichungen vor. Der Proband muß nun auf Gleichheit entscheiden.  
Da sowohl Farbgleichungen Farbtüchtiger sowie charakteristische Gleichungen von Farbsinngestörten erstellbar.  
10      sind, ist eine differenzierte Aussage möglich.

Beispiel 2:

15      Zur Messung des ZENTRALEN GESICHTSFELDES betrachtet der Proband das Sichtgerät bzw. den Monitor aus einer definierten Entfernung, die von der Schirmgröße und dem zu prüfenden Gesichtsfeldwinkel abhängt.

20      Auf dem Monitor werden dem Probanden eine zentrale Fixationsmarke und Mikroprozessor-gesteuerte Lichtsignale wahlweise statisch oder dynamisch dargeboten. Erkennt der Proband das Lichtsignal, so teilt er dies durch interaktiven Eingriff über die Einheit 9, z.B. durch Druck einer Taste, der zentralen Steuereinheit 2 mit. Von dieser Steuereinheit werden erkannte und nicht erkannte Licht-Signalorte gespeichert; sie können nach Ablauf des Tests für den Untersuchenden auf dem Monitor dargestellt werden. Der Untersuchende kann so direkt räumliche Lage, Gestalt und Größe eventueller zentraler Gesichtsfeldausfälle ablesen und dadurch die Meßwerte  
25      30      in den Datenspeicher eingeben.

Beispiel 3:

- Zur Messung der Fähigkeit zum TIEFENSEHEN werden die Bildteile der Fixationsebene auf zugeordnete Retinaorte projiziert und fusioniert. Die Bildteile senkrecht zur Fixations-  
5 ebene sind unter dieser Bedingung in beiden Augen disparat und führen zum Tiefensehen. Der Tiefeneffekt ist bis zu einer definierten Grenze proportional zur Disparität.
- 10 Auf dem Schirm des Sichtgerätes werden ein rotes und ein grünes statisches Muster erzeugt, bestehend aus 100 x 100 kleinen Vierecken. In jedem der beiden Bilder treten die Viereck-Elemente in zwei Helligkeitsstufen mit gleicher Wahrscheinlichkeit auf. Innerhalb beider Bilder wird in einem spiralförmigen Bereich eine Disparität zuordneter Bildpunkte in dieser Weise erzeugt, daß proportional zum sich verengenden Radius der Spirale die Disparität ansteigt. Bei Betrachtung der beiden überlagerten Muster mit einer Rot-Grün-Brille scheint aus der Bildebene eine sich verengende Spirale schraubenförmig herauszutreten. Durch Einbringen einer Markierung in das Testfeld kann die gesehene Tiefe der bekannten Disparität zuordnet und ein eventueller Mangel quantifiziert werden.
- 15
- 20
- 25
- 30 Die nachstehende Aufzählung veranschaulicht die Vielfalt der durch die erfindungsgemäße Vorrichtung erschlossenen Test- und Prüfungsmöglichkeiten des Auges und des gesamten Sehsystems. Da es sich dabei um bekannte oder bereits beschriebene Methoden handelt, erübrigtes sich, die Verfahren selbst hier nochmals eingehend zu erläutern. Im einzelnen ist die erfindungsgemäße Vorrichtung für die Durchführung folgender Verfahren vorgesehen:

1. Sehschärfeprüfung:

- Darbietung von primären Sehzeichen (Landolttringen)
- Darbietung von sekundären Sehzeichen einzeln oder
- 5      in Gruppen mit variablem Kontrast wie z.B. Ziffern, kompletten Satz ASCII-Zeichen (Datensichtgeräte), variablen Gitterstrukturen, Goldmann-Rastern (Halbtone-Raster), Snellenhaken u.a.m.,
- Nahprüfung aller Sehfunktionen,
- 10     - Prüfung mit variablem Kontrast bis hin zur Kontrastumkehr (Grenzfall Negativschrift),
- Astigmatismustest mit Strichkreuz oder ähnlichem Testzeichen,
- monokularer Rot-Grün-Test zur Visusbestimmung mittels
- 15     Rot-Grün-Verfahren nach Helmholtz,
- Darbietung von Kinderbildern oder Sheridan-Gardiner-Testzeichen für Analphabeten,
- Prüfung des "minimum legilibe" durch kontinuierliche Verkleinerung der dargebotenen Leseproben,
- 20     - Prüfung der Nonius-Sehschärfe (Vernier-Acuity),
- Prüfung des "minimum separable" für benachbarte Punkte o.ä.,
- Darbietung eines für den Test nach Biessels geeigneten Testzeichens (Simultantest).

25

2. Prüfung der binokularen Funktionen:

- Fusionsprüfung durch Darbietung flächenhafter Strukturen (in einer Ebene),
- 30     - Prüfung des stereoskopischen Sehens durch Ausnutzung des Effektes der Querdisparation mittels Polarisator/Analysatorkombination (zwei Monitore nebeneinander bei gleichzeitigem Prismenvorsatz, oder rechtwinklig zueinander angeordneten Monitoren mit zwischengeschaltetem halbdurchlässigen Spiegel) oder mittels der Rot-Grün-

Stereopsis (ein Monitor) sowohl quantitativ als auch qualitativ, je nach Querdisparation der dargebotenen Prüfzeichen und -bilder,

- 5      - Tiefensehen mittels einer dem Probanden dargebotenen räumlichen Struktur statisch oder auch dynamisch, z.B. mit "Spirale und Marker" (vgl. Anwendungsbeispiel 3),  
- polarisierter Binokularabgleich mit geeigneten Testzeichen.

10     3. Prüfung auf Heterophorie und Motilität:

- Prüfung auf Heterophorie durch Darbietung von Testbildern, z.B. nach Schober oder Bockelmann u.a.,  
- Feststellung des Führungsauges, d.h. der Dominanz mit entsprechenden Testbildern z.B. nach Worth oder Streifenmuster nach Oppel,  
- Durchführung des Zyklophorietestes mit Verwendung der unter 2. angegebenen Hilfsvorrichtungen (Polarisation)  
- Heterophorietest mittels Hering'scher Nachbilder,  
- Durchführung des Maddoxtestes (Darbietung der Skala),  
20     - Darbietung der Testfiguren nach Hamburger zur Demonstration des binokularen Wettstreites,  
- Streifengläser-Test nach Bagolini mit Darbietung der Tangentenskala.

25     4. Farbsinnprüfung:

- 30     - Quantitative Farbsinnprüfung zur Grobauslese mit Hilfe von Restmustern ähnlich den Ishihara oder Velhagen-Tafeln, zusätzlich mit variablen lichttechnischen Parametern,  
- Qualitative Farbsinnprüfung durch Vorgabe von charakteristischen Farbleichungen von Farbtüchtigen und Farbuntüchtigen inklusive der Neutralstimmung durch Weißdarstellung z.B. der Normlichtart "C",

- Qualitative Prüfung des Farbensehens
  - a) im Rot-Grün-Bereich analog zu dem Verfahren nach Nagel (Anomaloskop)
  - b) im Blau-Gelb-Bereich
- 5 - Feststellung der mesomeren Farbgeraden.

Bei allen Prüfungen kann das Umfeld des Testbereiches auf dem Sichtgerät frei gewählt und dadurch den bestehenden Methoden bzw. DIN-Normen angeglichen werden.

10

#### 5. Kampimetrie (Flächenperimetrie):

- Prüfung des zentralen Gesichtsfeldes durch Darbietung weißer bzw. farbiger Testmarken statisch oder kinetisch,
- 15 - Darbietung von in Ort und Zeit statistisch verteilten Lichtimpulsen nach einem zuvor festgelegten Ablaufschema zur Prüfung des zentralen Gesichtsfeldes analog der Methode des Friedmann-Visual-Field-Analyser,
- Darstellung der Amsler-Charts,
- 20 - Prüfung auf Vergrößerung des "Blinden Flecks" mit der Methode nach Bjerrum (Prüfung sowohl statisch als auch dynamisch möglich),
- Erhöhung der Aussagekraft durch Variation der lichttechnischen Daten bei allen Verfahren und somit auch Möglichkeit der mesopischen Kampimetrie,
- 25 - Auslösung des Maxwell'schen Phänomens durch abwechselnde Schaltung des Bildschirmes auf Rot- und Graulicht,
- Durchführung der statischen zirkulären Perimetrie, z.B. im  $15^\circ$  oder  $22,5^\circ$  Meridian,
- 30 - Bestimmung der achromatischen Unterschiedsschwelle für farbige Objekte auf farbigem Untergrund,
- Bestimmung der kritischen Verschmelzungsfrequenz durch Vorschaltung eines 4-blättrigen durch Elektromotor angetriebenen Propellers,

- Prüfung des Extinktionsphänomens (Bestimmung der Lokaladaptionszeit)

5 Ausgabe der Prüfungsergebnisse auf dem Bildschirm, interaktiver Eingriff des Untersuchten.

#### 6. Eikonometrie:

- Prüfung auf Bildgrößendifferenz mittels der dafür vorgesehenen Testzeichen z.B. nach Ames (mit Prismen und Polfiltern),
- Prüfung auf physiologische, dioptrische, funktionelle und Brillen-Aniseikorie,
- Halbfeldeikonometrie unter Darbietung rotgrüner Pfeilspitzen bei Vorsatz einer Rot-Grün-Brille nach Brecher mit interaktivem Eingriff durch den Untersuchten,
- Maddox-Eikonometrie nach Brecher, mittels besonderem Maddox-Filter vor einem Auge,
- Doppelbildmethode mit Rot-Grün-Brille und Graefe-Prismen,
- 20 - Darbietung stereoskopischer Teste zur Bestimmung der Aniseikorie nach Sachsenweger.

#### 7. Prüfung der Trennfähigkeit:

- 25 - Darstellung von E-Haken in definierbaren variablen Größen mit der Möglichkeit, den Abstand der Testzeichen voneinander quasi-kontinuierlich zu verändern, um die Trennfähigkeit qualitativ zu ermitteln.

30 8. Adaptionsprüfung:

- Analog zu dem von Heinsius angegebenen Verfahren unter Verwendung standardisierter Graufilter vor dem Probandenauge nach einer zeitlich und lichttechnisch definiert vorgegebenen Helladaptation auf den Bildschirm des Sichtgerätes.

~~10.11.01~~  
~~- 21 -~~

3043511

9. Objektive Visusprüfung - Simulationsteste:

- Auslösung des optokinetischen Nystagmus durch Darstellung senkrecht stehender und horizontal bewegter Linearmiren unter Variation folgender Parameter:  
5 Kontrast, Strichbreite, Strichabstand, Laufgeschwindigkeit und Helligkeit,
- Zur Hemmung des Nystagmus und damit zur Visusbestimmung kann zentral im Testfeld das als "Spiegelmarke" bekannte  
10 Testobjekt dargestellt werden, das wiederum in seinen lichttechnischen Daten variabel ist,
- mit der angegebenen Methode kann auch der vertikale und rotatorische optokinetische Nystagmus ausgelöst werden,  
15 - Durchführung der objektiven Sehschärfebestimmung mit dem Testverfahren nach Goldmann: Darstellung eines pendelnden, allmählich größer werdenden Schachbrettmusters auf dem helligkeitsgleichen homogenen Bildschirm des Sichtgerätes unter definierten Daten, wie Frequenz, Amplitude, Beleuchtungsstärke etc.,  
20 - objektive Visusbestimmung analog der Methode nach Günther, welche ebenfalls mit der Auslösung des Nystagmus arbeitet,  
- Simulationsprüfung durch Darstellung der Haselberg'schen  
25 Teste (schwarze, durch rote Teilstücke komplettierte Testzeichen),  
- Simulatenentlarvung durch haploskopische Halbbilder, unter Zuhilfenahme von Prismen und Polarisator/Analysator.

10. Tachistoskopische Untersuchungen:

- 5     - Zeitlich begrenzte Darbietung von Testzeichen in Zeitabstufungen von ganzzahligen Vielfachen der Monitor-Vollbild-Wechselfrequenz zur Überprüfung des tachistoskopischen Sehvermögens (insbesondere für Eignungsuntersuchungen),
- 10    - zeitlich begrenzte Darbietung von Testzeichen und -bildern zur Überprüfung der Wahrnehmungsfähigkeit, Reaktionszeit und Reaktionsfähigkeit. Für diese Untersuchung können sowohl synthetische Muster als auch Bilder aus der realen Umwelt verwendet werden.

15    11. Prüfung der Sehschärfe mit dynamischen Sehzeichen:

- 20    - Alle unter 1. angegebenen Prüfungen können auch derart durchgeführt werden, daß die dargebotenen Testzeichen mit variabler Geschwindigkeit in beliebiger Richtung über das Sichtgerät geführt werden,
- 25    - die Untersuchung kann dadurch differenziert erfolgen, daß man während der Darbietung der statischen oder dynamischen Testzeichen als Hintergrund synthetische oder reale Bilder, statisch oder dynamisch unterlegt.

25    12. Verwendung zur Sehschulung

- 30    - Die Verwendung der erfundungsgemäßen Vorrichtung ermöglicht die Herstellung von Sehschulprogrammen für Pleoptik und Orthoptik. Mittels solcher Programme können z.B. Schielkinder speziell ausgearbeiteten Lernprogrammen unterzogen werden.

13. Prüfung auf Störungen des Augenmuskelgleichgewichts:

- 5
- Prüfung auf Störungen oder Lähmungen von Augenmuskeln z.B. mit dem Koordinatenschema nach Hess oder mittels der Tangentenskala nach Maddox,
  - mittels farbigem Cursor kann die Projektionskoordimetrie nach Barthelmeß durchgeführt werden.

10

14. Selbstteste:

- Durch Einsatz von Video-Kassetten oder Bildplatte können Programme zur häuslichen Selbsttestung ebenso wie zur Testung größerer Gruppen (z.B. in Betrieben) aufgebaut werden.

15

20

25

3043511

- 25 -

Nummer:

Int. Cl. 3:

Anmeldetag:

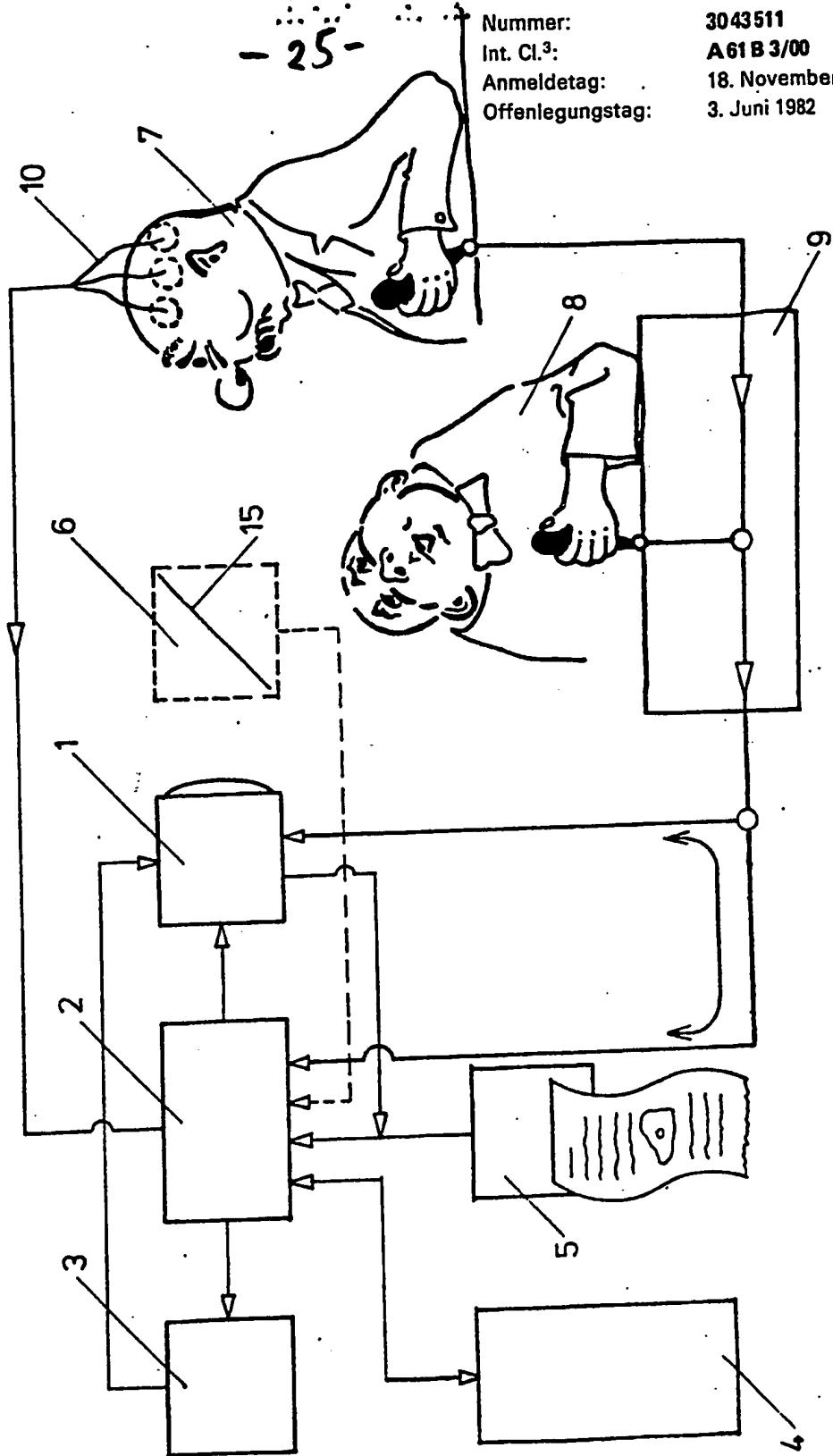
Offenlegungstag:

3043511

A 61B 3/00

18. November 1980

3. Juni 1982



18 11-80  
-24-

3043511

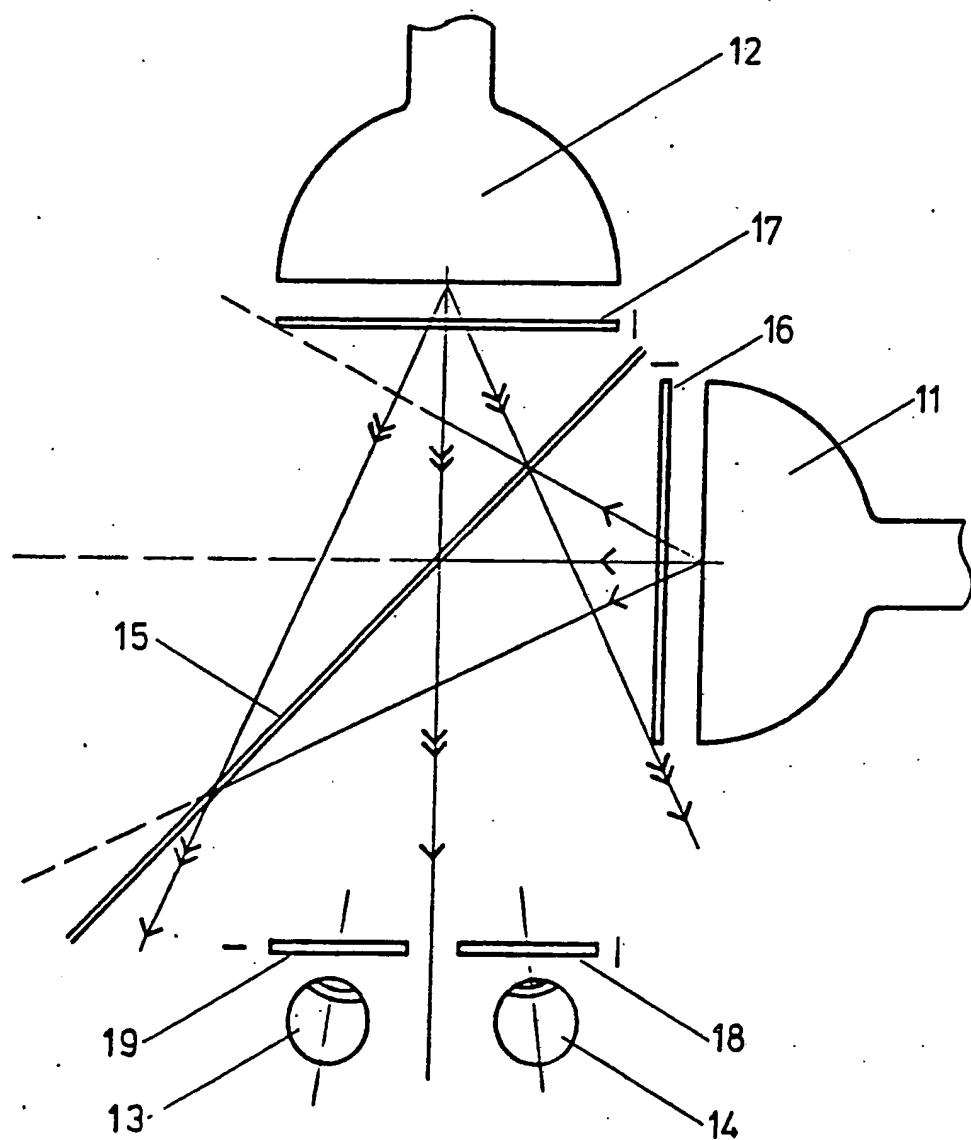


Fig. 2

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**